

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000094159  
PUBLICATION DATE : 04-04-00

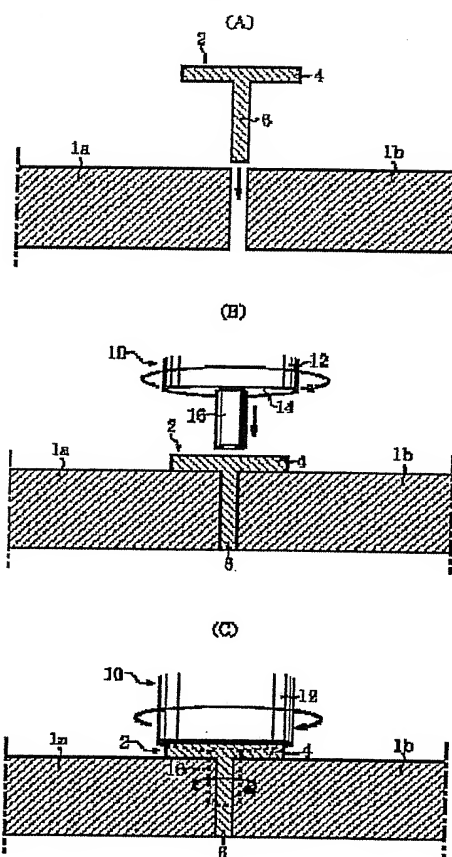
APPLICATION DATE : 16-09-98  
APPLICATION NUMBER : 10262150

APPLICANT : NIPPON LIGHT METAL CO LTD;

INVENTOR : MAKITA SHINYA;

INT.CL. : B23K 20/12 B23K 20/16

TITLE : JOINING METHOD OF ALUMINUM OR  
ALUMINUM ALLOY PLATE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a joining method of aluminum or aluminum alloy plates which is capable of sure and easy friction-agitation joining while keeping a required strength of the relatively thin-walled aluminum or aluminum alloy plates.

**SOLUTION:** This joining method of aluminum or aluminum alloy plates includes a process in which a perpendicular piece 6 of a joined member of approximately T-shaped section is held between end faces of a pair of aluminum alloy plates 1a, 1b, and a horizontal piece 4 of the joining member 2 is brought into contact with each surface of the plates 1a, 1b, and a process in which the horizontal piece 4 of the joining member 2 is pressed by a surface pressing part 14 on a bottom surface of a rotating cylindrical bobbin 12 from the outside of the aluminum alloy plates 1a, 1b, a friction pin 16 which is suspended from a center of the surface pressing part 14 and simultaneously rotated is pierced through the horizontal piece 4 of the joining member 2, and penetrated in a prescribed depth in a part in the vicinity of end faces of the plates 1a, 1b along the perpendicular piece 6, and the friction-agitation joining is performed by moving the bobbin 12 and the friction pin 16 along the longitudinal direction between the end faces of the plates 1a, 1b while being rotated.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-94159  
(P2000-94159A)

(43) 公開日 平成12年4月4日 (2000.4.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 2 3 K 20/12  
20/16

B 2 3 K 20/12  
20/16

G 4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-262150

(22) 出願日 平成10年9月16日 (1998.9.16)

(71) 出願人 000004743

日本軽金属株式会社  
東京都品川区東品川二丁目2番20号

(72) 発明者 原 純

東京都品川区東品川二丁目2番20 日本軽  
金属株式会社内

(72) 発明者 熊井 雅章

新潟県新潟市太郎代1572番地19 日本軽金  
属株式会社新潟工場内

(74) 代理人 100098615

弁理士 鈴木 学

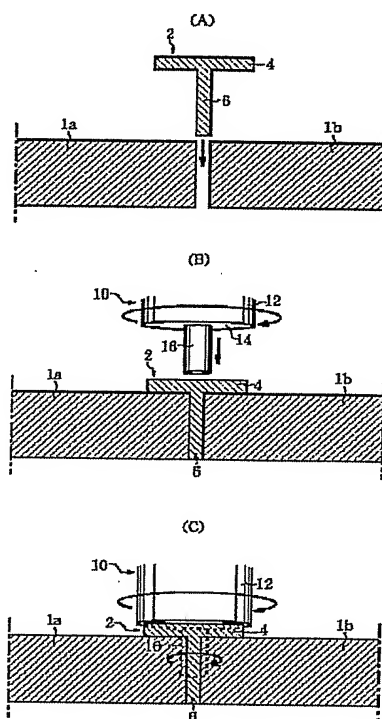
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的薄肉のアルミニウム又はその合金板材同士を所要の強度を保ちつつ、確実且つ容易に摩擦攪拌接合できる上記板材の接合方法を提供する。

【解決手段】 一对のアルミニウム合金板材1a, 1bの端面間に、断面略T形の接合材2の垂直片6を挟持し、且つこの接合材2の水平片4を上記各板材1a, 1bの各表面上に接触させる工程と、上記アルミニウム合金板材1a, 1bの外側から、回転する円筒形のボビン12底面の表面抑え部14で上記接合材2の水平片4を押圧し、該表面抑え部14の中心から垂下しこれと同時に回転する摩擦ピン16を接合材2の水平片4に貫通し、且つ垂直片6に沿って板材1a, 1bの端面間付近に所定の深さ進入させると共に、上記ボビン12及び摩擦ピン16を回転しつつ上記板材1a, 1bの端面間の長手方向に沿って移動させて摩擦攪拌接合を施す工程と、を含むアルミニウム又はその合金板材の接合方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材同士の端面間に、断面略T形又は略工字形の接合材の垂直片を挟持し、且つこの接合材の水平片を上記一対の板材の各表面又は表面及び裏面上に接触させる工程と、

上記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材同士の表面及び／又は裏面側から、回転するボビン底面の表面抑え部で上記接合材の水平片を押圧し、この表面抑え部の中心から垂下し表面抑え部と同時に回転する摩擦ピンを接合材の水平片に貫通し、且つその垂直片に沿って上記板材同士の端面間に所定の深さ進入させると共に、このボビン及び摩擦ピンを回転しつつ上記板材同士の端面間の長手方向に沿って移動させて摩擦撹拌接合を施す工程と、を含む、

ことを特徴とするアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項2】前記接合材が、前記アルミニウム又はアルミニウム合金板材と同じ組成又は異なる組成のアルミニウム又はアルミニウム合金製の押出型材、或いはこれらの材質からなる板材の折り曲げ材である、ことを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項3】前記接合材の垂直片の高さ(f)が、前記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の板厚(t)と略同一である、ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項4】前記接合材の水平片の幅(X)が、前記ボビン底面の外径(P)の0.8～1.0倍の範囲内にある、ことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項5】前記接合材の水平片の厚さ(g)が、前記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の板厚(t)の0.2～1.0倍の範囲内にある、

ことを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項6】前記摩擦ピンの直径(p)が、前記前記接合材の垂直片の厚さ(x)の1.2倍以上である、ことを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

【請求項7】前記摩擦ピンの長さ(S)が、前記板材の板厚(t)及び接合座右の水平片の厚さ(g)との合計よりも0.05～0.4mm短い、

ことを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一対のアルミニウム又はアルミニウム合金(以下、単にアルミニウム合金と

いう)板材で、特に圧延成形された板材をそれぞれの端面に沿って、突合わせ状態に接合する接合方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、アーク溶接等比べて簡単に金属材料同士を接合できる摩擦撹拌接合が注目されている。この摩擦撹拌接合は図8(A)及び(B)に示すように、互いに端面を突合わせ且つ拘束した一対のアルミニウム合金製の板材20、21間の突合わせ面に沿って、回転する工具22を押圧しつつ移動することにより施される。この工具22は、被接合材より硬度及び軟化温度が高い材料からなり、回転する円筒形のボビン24と、その凹んだ底面である表面抑え部26と、その中心から同軸に垂下する摩擦ピン28からなる。

【0003】そして、図8(B)に示すように、工具22は上記突合わせ面に沿ってやや傾けた状態で水平(左)方向に移動され、且つ垂直方向の押し込み力が付加される。上記摩擦ピン28の周囲には、図示しない水平方向に沿ったネジ状の摩擦撹拌翼が形成され、摩擦熱の発生及びこれにより軟化した材料の撹拌を容易にしている。尚、通常摩擦ピン28の摩擦部の長さは3～10mm、その直径は3～10mm、表面抑え部26の直径は6～25mmである。また、この場合工具22の回転速度は500～1500rpm、送り速度は0.05～2m/分で、工具22に加える軸方向の押し込み力は1kN～20kNの範囲内で、接合する板材の板厚や材質に応じて選定される。

【0004】上記摩擦ピン28の回転と移動に伴って、各板材20、21の突合わせ面付近のアルミニウム合金は、摩擦熱により加熱して可塑性化されると共に、突合わせ面を挟んで各板材20、21間に涉って水平及び垂直方向に流動化し撹拌される。また、表面抑え部26は、流動化したアルミニウム合金の垂直方向の動きを抑制し、摩擦熱を発生させると共に、表面抑え部26と摩擦ピン28とにより流動化されたアルミニウム合金を撹拌する。これにより、図8(C)に示すように、上記アルミニウム合金は固化し、一定の幅と深さを有する接合線Wとなる。従って、アーク溶接等のように盛り上がった溶接ビートがなく、後加工が容易になる。

## 【0005】

【発明が解決すべき課題】しかしながら、上記流動化されたアルミニウム合金の撹拌及び表面抑え部26の押圧により、板材20、21の接合部付近の板厚が減り、図8(C)に示すように、接合線Wの表面に凹溝Waを形成される。この凹溝Waの深さd分だけ、少なくとも一対の板材20、21間の接合強度が低下するという問題を有する。この凹溝Waの問題は、アルミニウム合金板材の板厚が薄くなるほど顕著である。即ち、厚肉の板材同士を接合する場合、接合線Wを深く形成しても形成される凹溝Waの深さはあまり変わらないため、所要の接合

強度が保てるためである。また、凹溝Wa表面の両端に形成される一対の突起Weは、摩擦撹拌の結果各板材20, 21の表面SFよりも突出するバリで、これが形成されない場合もある。

【0006】一方、図8(D)に示すように、一対のアルミニウム合金の押出型材30, 31を接合する場合、各型材30, 31の端面に沿って上記凹溝Waの深さdに相当する分を厚肉にした凸条部32, 32を予め一体に形成することができる。従って、各型材30, 31の端面同士を摩擦撹拌接合による深い接合線Wを形成すると、図8(E)に示すように、各凸条部32の高さにより、接合線W表面の凹溝Waの深さd相当分の板厚減少を吸収することができる。しかしながら、接合すべき部材が圧延成形材の場合等、上記押出型材30等で凸条部32を一体に成形しておくことが困難な場合、図8(D), (E)で示した接合方法は適用できない。本発明は、以上に説明した従来の技術における問題点を解決し、接合部における板厚減少を生じさせず、比較的薄肉のアルミニウム合金板材同士を所要の強度を保ちつつ、確実且つ容易に摩擦撹拌接合できるアルミニウム合金板材の接合方法を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するため、一対のアルミニウム合金板材の端面同士間に断面略T形等の接合材の垂直片を挟持し、且つこの接合材の水平片を各板材の表面に接触させて、一対の板材と接合材の三者を同時に摩擦撹拌接合することにより、各板材の板厚を補償することに着想して成されたものである。即ち、本発明のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法は、一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材同士の端面間に、断面略T形又は略工字形の接合材の垂直片を挟持し、且つこの接合材の水平片を上記一対の板材の各表面又は表面及び裏面上に接触させる工程と、上記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材同士の表面及び／又は裏面側から、回転するボビン底面の表面抑え部で上記接合材の水平片を押圧し、この表面抑え部の中心から垂下し表面抑え部と同時に回転する摩擦ピンを接合材の水平片に貫通し、且つその垂直片に沿って上記板材同士の端面間に所定の深さ進入させると共に、このボビン及び摩擦ピンを回転しつつ上記板材同士の端面間の長手方向に沿って移動させて摩擦撹拌接合を施す工程と、を含むことを特徴とする。

【0008】これによれば、各板材と共に可塑化され流動化する接合材の水平片により、各板材間に跨る接合部の板厚減少を補償することができ、摩擦撹拌接合による薄肉の板材同士の突合わせ接合を所要の強度を有して確実に施すことができる。しかも、接合材の固定は、その垂直片を一対の板材間に挟持するのみで良く、通常の板材の拘束方法により容易に行うことが可能である。

【0009】また、前記接合材が、前記アルミニウム又

はアルミニウム合金板材と同じ組成又は異なる組成のアルミニウム又はアルミニウム合金製の押出型材、或いはこれらの材質からなる板材の折り曲げ材である、アルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。これによれば、摩擦撹拌接合を一層確実に施すことができる。特に、押出型材の接合材を用いると、その製造は押出成形にて簡単で、断面形状の設計も容易であると共に、板材同士の位置決めも容易に行える。尚、板材を折り曲げ加工した折り曲げ材の場合、その垂直片は断面略U形状で厚肉になるが、その水平片が垂直片の約半分の厚さとなることに留意する必要がある。

【0010】更に、前記接合材の垂直片の高さ(f)が、前記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の板厚(t)と略同一である、アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。これによれば、板材間には接合材の垂直片が殆ど占有した状態で摩擦撹拌接合を施せるので、接合部の断面全体に健全な撹拌部を有する接合線を形成できる。また、前記接合材の水平片の幅(X)が、前記ボビン底面の外径(P)の0.8~1.0倍の範囲内にある、アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。これによれば、ボビン底面の表面抑え部により接合材の水平片を押えられ、且つ摩擦ピンにより係る水平片を確実に可塑・流動化でき、健全な接合線を形成する摩擦撹拌接合が可能となる。尚、上記水平片の幅(X)がボビンの外径(P)の0.8倍未満では当該水平片の断面積が不十分になり、一方、幅(X)が外径(P)の1.0倍を超えると水平片の両側端部が可塑・流動化されずバリとして残り、接合後で単に除去する不要部分として不経済となるため、これらを除いた上記範囲を望ましい範囲とした。

【0011】更に、前記接合材の水平片の厚さ(g)が、前記一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の板厚(t)の0.2~1.0倍の範囲内にある、アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。これによれば、薄肉の板材の端面同士を摩擦撹拌接合しても板厚の減少を防ぎ、所要の接合強度を得ることが容易となる。尚、上記水平片の厚さ(g)が板材の板厚(t)の0.2倍未満では板厚の増加による板厚の補償が不十分になり得、一方、厚さ(g)が板厚(t)の1.0倍を超えると、接合後に突出部が残るため、目的とする接合に対し余分なサイズの接合材を用いることになり、且つ接合に要する時間も多くなる。従って、これらを除いた上記範囲を望ましい範囲としたものである。

【0012】更にまた、前記摩擦ピンの直径(p)が、前記前記接合材の垂直片の厚さ(x)の1.2倍以上である、アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。これによれば、一対の板材の端面付近が摩擦撹拌接合による可塑・流動化により確実に撹拌部となり健全な接合線を確実に得ることが可能となる。上記ピンの直径(p)が垂直片の厚さ(x)の1.2倍未満では各

板材の端面間における摩擦ピンの先端部付近における流動化が不十分になり得る為、係る範囲を除外した。一方、直径(p)の上限は厚さ(x)の約2.0倍程が経験的に好ましい。加えて、前記摩擦ピンの長さ(S)が、板材の板厚(t)と接合材の水平片の厚さ(g)との合計よりも0.05~0.4mm短い、アルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法も含まれる。係る範囲を外すと接合線の深さが不足したり、或いは逆に接合線が裏面側まで達し、各板材の裏面に変形が生じて強度低下を招き得るためである。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下において本発明の実施に好適な形態を図面と共に説明する。図1(A)は接合すべき一对のアルミニウム合金板材1a、1bと、その間に介在させる接合材2の断面を示す。上記板材1a、1bのアルミニウム合金には、純Al系(例えばJIS:A1080、A1100)、Al-Mn系(例えばJIS:A3003)、Al-Mg系(例えばJIS:A5052、A5457)、Al-Mg-Si系(例えばJIS:A6061)等が用いられる。また、接合材2は、水平片4とその中央から直角に延びる垂直片6とを一体に有する断面略T形を呈し、アルミニウム合金製の押出型材からなる。係る型材2のアルミニウム合金には、例えばAl-Mg-Si系のJIS:A6061-T5、A6063-T5又はT6、6N01-T5等が用いられる。尚、板材1a、1bの材質や接合材2の合金組成は、何れのものでも利用できるが、接合後の強度を勘案して適切なものを選択すれば良い。また、板材1a、1bの板厚は、約3~12mm程度である。

【0014】先ず、図1(A)及び(B)に示すように、一对の板材1a、1bの端面間に接合材2の垂直片6を挿入し、且つ水平片4の左右半分ずつを板材1a、1bの各表面に接触するようにした状態で、板材1a、1bを図示しない治具により拘束する。これにより、接合材2はその垂直片6が板材1a、1bの端面間に挟持されつつ固定される。尚、接合材2における垂直片6の長さは、板材1a、1bの板厚と同じである。次に、図1(B)に示すように、拘束した上記板材1a、1bの外側で且つ接合材2の水平片4の中央付近に摩擦攪拌接合用の工具10を近付ける。工具10は円筒形のボビン12と、その底面を形成する緩くカーブして凹む表面抑え部14と、その中心からボビン12と同軸にして垂下する摩擦ピン16とを有する。該ピン16の表面には図示しないネジ形状の水平な摩擦攪拌翼が形成されている。

【0015】尚、摩擦ピン16の長さは3~10mm、その直径は2~10mm、表面抑え部14の直径は6~25mmである。また、この工具10の回転速度は500~15000rpm、送り速度は0.05~2m/分で、工具10の軸方向に加える押し込み力は1kN~20kN程度で、板厚や材質及び接合材の寸法や材質に応

じて適正値を選択する。そして、図1(C)に示すように、回転する工具10の摩擦ピン16を、接合材2の水平片4に貫通させ且つその垂直片6の下部付近まで進入させる。同時に工具10の表面抑え部14は、接合材2の水平片4を上から押え込む。この状態で、工具10を図示で手前方向に移動(送り)させることにより、摩擦攪拌接合の施工が可能となる。

【0016】ここで、板材1a、1bと接合材2との関係を図2(A)により説明する。接合材2の垂直片6の高さfは、板材1a、1bの板厚tと同じが僅かに相違する程度が望ましい。これにより、板材1a、1bの端面間が垂直片6にて占有され、後述する工具10による健全な接合線Wを断面全体に形成し得る。また、接合材2の水平片4の厚さgは、板材1a、1bの板厚tの0.2~1.0倍とするのが望ましい。これにより、比較的薄肉の板材の1a、1bの端面付近の板厚を増加でき、摩擦攪拌接合しても強度の低下を防ぎ、所要の接合強度を得ることが容易になる。尚、0.2倍未満では板厚が増えず、接合後に板材1a、1bの板厚tよりも薄肉の部分が接合部に生じるため、接合強度が不十分になり得る。一方、1.0倍を超えると接合材2のサイズが大きくなり、その加工に要する時間も多くなると共に、摩擦ピン16が板材1a、1bの端面間に進入しにくくなる。

【0017】更に、接合材2と工具10との関係を図2(A)及び(B)により説明する。接合材2の水平片4の幅Xは、工具10におけるボビン底面12(即ち表面抑え部14の直径)の外径Pの0.8~1.0倍とするのが望ましい。これにより、ボビン12底面の表面抑え部14により水平片4の略全体を下向きに押圧でき、且つ可塑・流動化したアルミニウム合金が外部に飛散するのを防ぎ得る。また、工具10における摩擦ピン16の直径pは、接合材2の垂直片6の厚さxの1.2倍以上とすることが望ましい。これにより、摩擦ピン16が垂直片6とその両側の板材1a、1bの端面付近にも進入し、これら三者間の各アルミニウム合金の可塑・流動化による健全な攪拌部を有する接合線Wを形成することができる。尚、上記直径pの上限は厚さxの約2.0倍程度が好ましい。更に、前記摩擦ピン16の長さSは、板材1a(1b)の板厚tと接合材2の水平片4の厚さgとの合計よりも0.05~0.4mm短くすることが望ましい。これにより、健全な攪拌部を有する接合線Wを接合部の断面全体に形成できる。

【0018】図3は摩擦攪拌接合の工程に関し、図3(A)は各端面間に接合材2を固定した板材1a、1bに対し、500~15000rpmで回転する工具10を僅かに接合部の長手方向に傾けて進入させる状態を示す。工具10は、図3(B)に示すように、摩擦ピン16の先端を接合材2の垂直片6の下部付近まで進入させ、且つ表面抑え部14を水平片4全体に押圧する。この際の工具10の軸方向に加える押し込み力は1kN~20

kN程度である。この状態で、工具10は図示で左側に送られる。その送り速度は0.05~2m/分である。これにより、図3(C)にも示すように、上記摩擦ピン16の回転と移動に伴って、各板材1a, 1bの端面付近と接合材2の水平・垂直片4, 6の各アルミニウム合金は、摩擦熱により加熱して可塑化されると共に、垂直片6を挟んで各板材1a, 1b間に涉って水平及び垂直方向に流動化される。また、表面抑え部14は、流動化したアルミニウム合金の垂直方向の動きを抑制すると共に、摩擦ピン16により流動化されたアルミニウム合金を攪拌する。

【0019】その結果、工具10が通過した跡には、図3(D)に示すように、上記アルミニウム合金は固相状態で固化し、一定の幅と深さの攪拌部を有する接合線Wが形成される。この接合線Wの表面には、中央に極く浅い凹溝Waと、その両側に低い一對の凸部Wbが形成される。この凹溝Wa及び凸部Wbは、何れも各板材1a, 1bの各表面よりも外方に位置しているため、接合線Wによって板材1a, 1bの板厚よりも薄肉の部分形成されない。また、接合線Wの底部Wcは各板材1a, 1bの反対側の裏面に達している。係る接合線Wを形成することにより、板材1a, 1b間の接合強度を低下させず、健全な接合を行うことができる。尚、各凸部Wbを凹溝Waの位置まで切除すると外観上も好ましくなる。また、接合部の強度低下を防ぐため、外観上支障なければ板材1a, 1bの板厚よりも、接合部の最少厚さが大きくなるように、接合材2の寸法を設定しても良い。

【0020】図4(A)は、板材1a, 1b間に固定した接合材2の水平片4の幅Xが、工具10におけるボビン12の外径Pの1.0倍の条件で、摩擦攪拌接合を施すことによって得られた接合線Wの断面を示す。この場合、ボビン12底面の表面抑え部14の直径pと水平片4の幅Xが同じであるため、図示のように、接合線Wの表面の両側にはバリ状に斜めに突出した凸部Wbが一對ほぼ対称に形成される。従って、各凸部Wbを凹溝Waの位置まで切除することが必要となる。また、図4(B)は、板材1a, 1bの板厚tを最小の3mmとし、両者間に水平片4の厚さgをその0.4倍で且つ水平片4の幅Xをボビン12の外径Pの0.8倍として接合材2を固定して、摩擦攪拌接合を施すことによって得られた接合線Wの断面を示す。この場合、接合線Wは比較的偏平な断面形状となるが、その表面の凹溝Wa及び凸部Wbは、何れも各板材1a, 1bの各表面よりも外方に位置していた。

【0021】図4(C)は異なる形態の接合材2'を示す。この接合材2'は、長尺で矩形のアルミニウム合金の板材をその長手方向に沿う中央で断面U形に折り曲げて垂直片6とし、且つその左右両端部を90度互いに反対側にそれぞれ折り曲げて水平片4を形成したものである。この場合、水平片4の厚さは垂直片6の約半分にな

るので、これを留意して前記板材1a, 1b及び工具10の各部との条件を考慮することが必要である。尚、断面U形の垂直片6の中に隙間が多少残っていても、板材1a, 1bの端面間に挟持する際に強く押圧して解消でき、また、水平片4が多少上向きに傾斜していても、工具10のボビン12による軸方向の押圧力によって、摩擦攪拌接合に供することが可能である。

【0022】図5は応用形態の接合方法に関し、図5(A)は前記形態よりも厚肉の約14~25mmの板厚tを有する板材1a, 1bと、これらの間に固定する一對の接合材2, 2を示す。図5(A)に示すように、各接合材2はその垂直片6を板材1a, 1bの端面の両側から互いに接近するように挿入して、挟持・固定される。この場合、二つの垂直片6の高さfの合計は、板材1a, 1bの各板厚tと略同じか、僅かに長めとする。次に、前記工具10を用いて板材1a, 1bの一方の表面からその表面に位置する接合材2と共に、摩擦攪拌接合を施して前記同様の接合線Wを形成する。更に、板材1a, 1bの他方の表(裏)面からその裏面に位置する接合材2と共に、摩擦攪拌接合を施して同様の接合線Wを形成する。

【0023】その結果、図5(B)に示すように、一對の接合線Wが対称に位置し、且つそれぞれの底部Wcは互いに重複し合う。しかも、各接合線Wの表面における浅い凹溝Waと凸部Wbは、何れも板材1a, 1bの各表裏面より外方に位置し、強度を保った接合を得ることができる。尚、図5(A)に示す状態で一對の接合材2, 2を用いず、図6(A)に示すように、これらを一つの垂直片6で一体に接合した断面略工字形の押出型材2''を用いることもできる。係る断面略工字形の押出型材2''の垂直片6の高さfは、接合すべき板材1a, 1bの板厚よりも僅かに大きくしておけば良い。この断面略工字形の押出型材2''は、隣接する板材1a, 1bの各端面間に、その長手方向に沿って挿入する。これにより、約20mm程度の厚肉のアルミニウム合金板材同士を少ない接合材で、位置決めを容易にしつつ確実に摩擦攪拌接合を施すことが可能となる。

【0024】本発明は以上に説明した各形態に限定されるものではない。例えば、図6(B)に示すように、一對のアルミニウム合金板材1a, 1bの端面間に沿って、断面チャンネル形の一對の接合材2a, 2aを挟持し固定して用いることもできる。この形態では、一對の接合材2a, 2aで本発明の接合材となる。また、図7(A)に示すように、接合すべき一對のアルミニウム合金板材1a, 1bの板厚が相違している場合、図7(B)に示すように、傾斜した水平片4bを有する断面略T形の接合材2bを板材1a, 1b間に固定し、工具10を同様に傾斜させて摩擦攪拌接合を施すこともできる。その結果、図7(C)に示すように、水平片4b及び工具10に倣って傾いた接合線Wを板材1a, 1b間に形成して接合す



ることができる。更に、断面略T形又は略工字形の接合材の水平片における外側のコーナ部に面取りを形成したり、或いは水平片の表面を緩くカーブした湾曲面とした断面の押出型材を用いることも可能である。

【0025】

【発明の効果】以上において説明した本発明の接合方法によれば、一対のアルミニウム又はアルミニウム合金板材と共に可塑化され流動化する接合材の水平片により、各板材間の板厚減少を補うことができ、摩擦攪拌接合による薄肉の板材同士の突合わせ接合を所要の強度を有して確実に施すことができる。しかも、接合材の固定は、その垂直片を一対の板材間に挟持するのみで良く、通常の板材の拘束方法により容易に行うことが可能である。また、請求項3～7の接合方法によれば、一層確実に摩擦攪拌接合による薄肉の板材同士の突合わせ接合を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)～(C)は本発明の接合方法の各工程を示す部分概略図。

【図2】(A)は板材と接合材の関係を説明する概略図、(B)は接合材と工具の関係を説明する概略図。

【図3】(A)～(D)は本発明の接合方法の各工程を示す部分概略図。

【図4】(A)及び(B)は得られた各接合部を示す部分概略図、(C)は異なる形態の接合材を用いる工程の部分概略図。

【図5】(A)及び(B)本発明の応用形態の接合方法の各工程を示す部分概略図。

【図6】(A)及び(B)本発明の異なる形態の接合方法を示す部分概略図。

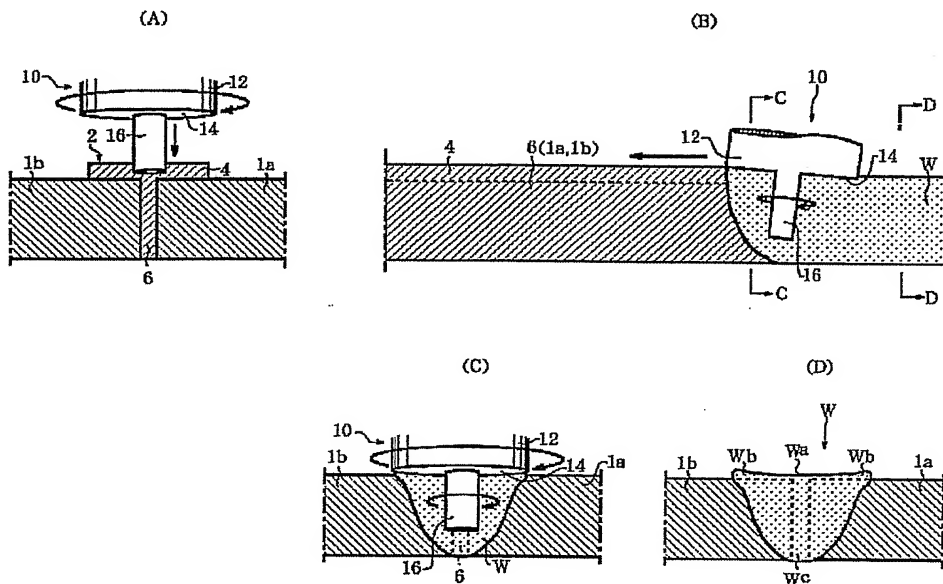
【図7】(A)～(C)は本発明の更に異なる形態の接合方法の各工程を示す部分概略図。

【図8】(A)～(C)は従来の摩擦攪拌接合の各工程を示す概略図、(D)と(E)は押出型材同士の摩擦攪拌接合の各工程を示す部分概略図。

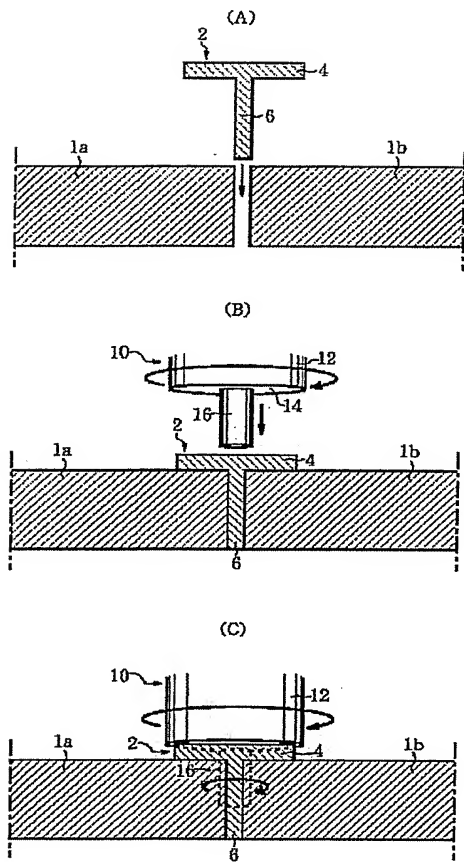
【符号の説明】

- 1 a, 1 b……………アルミニウム合金板材
- 2, 2', 2'', 2 a, 2 b…接合材
- 4, 4 b……………水平片
- 6……………垂直片
- 12……………ボビン
- 14……………表面抑え部
- 16……………摩擦ピン
- f……………垂直片の高さ
- x……………垂直片の厚さ
- X……………水平片の幅
- g……………水平片の厚さ
- t……………板材の板厚
- P……………ボビンの外径
- p……………摩擦ピンの直径
- S……………摩擦ピンの長さ

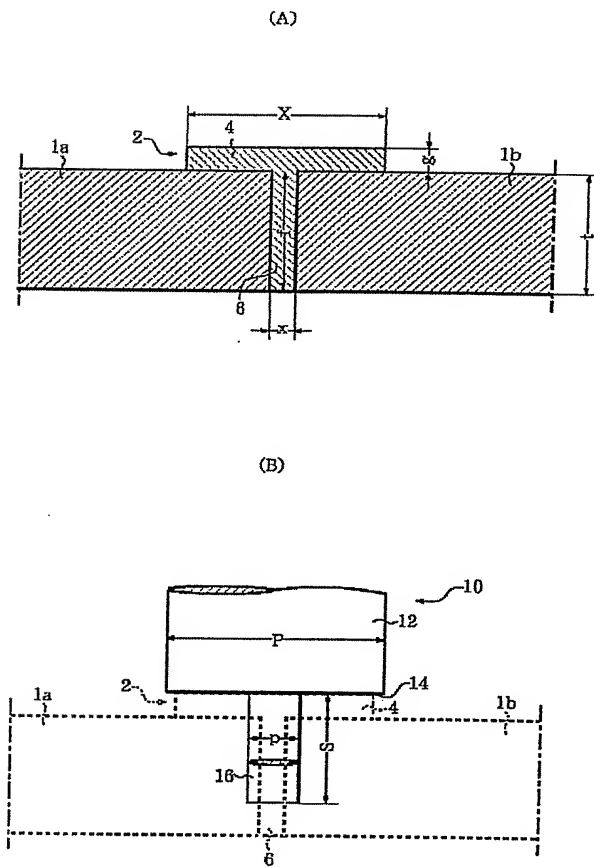
【図3】



【図1】

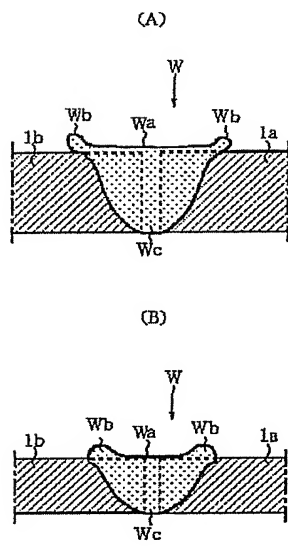


【図2】

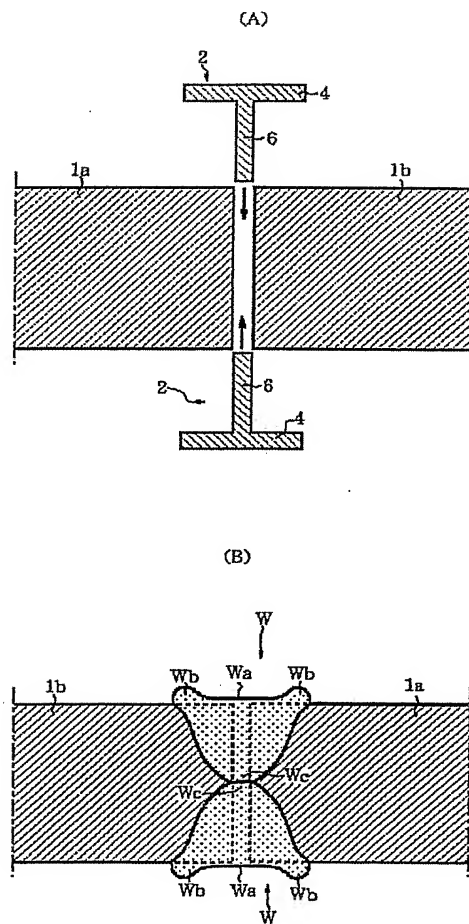




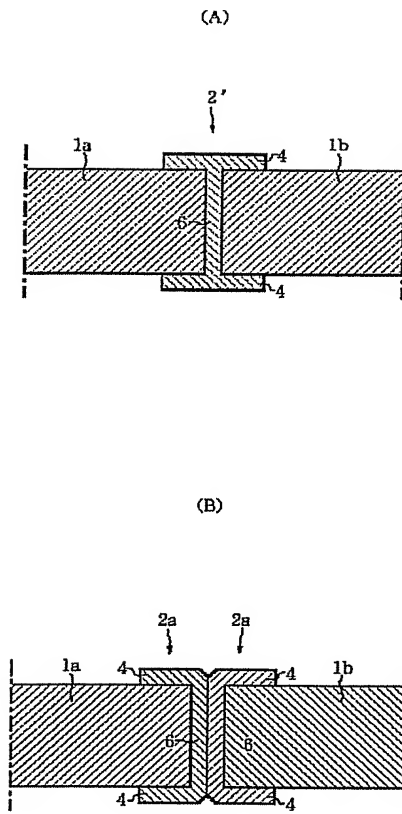
【圖4】



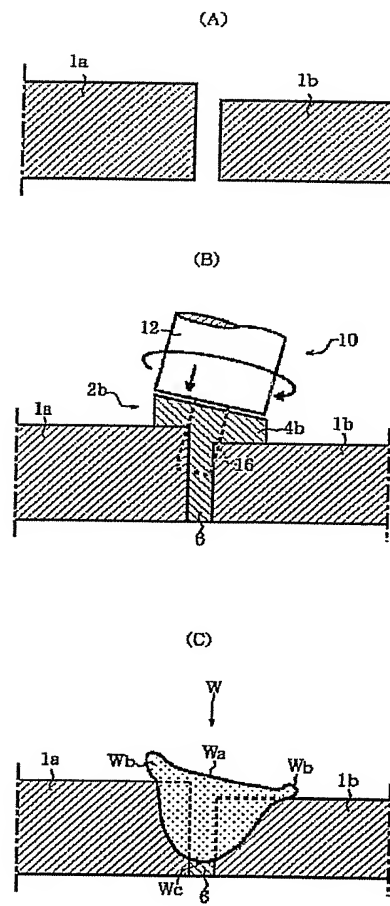
【圖5】



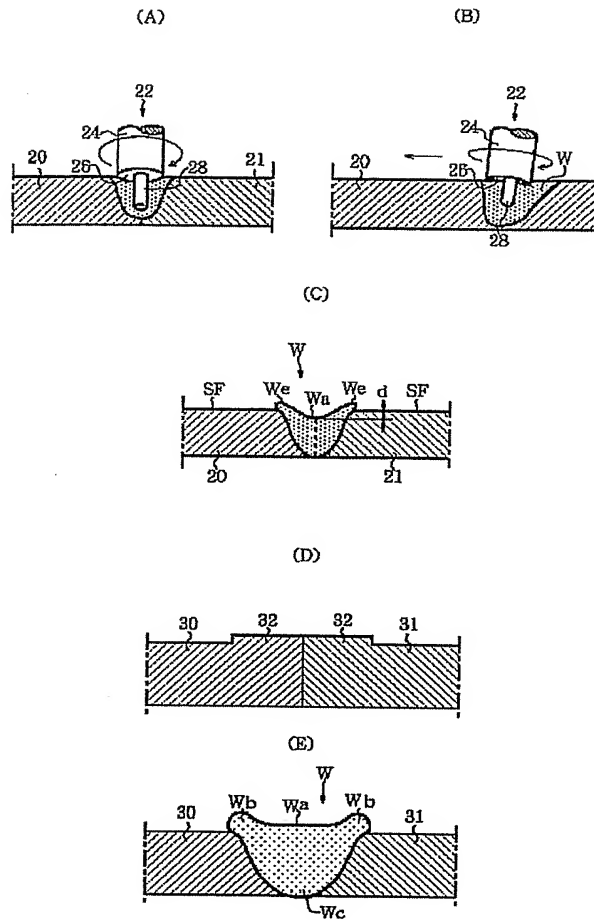
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成10年9月17日(1998.9.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項7

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項7】前記摩擦ピンの長さ(S)が、前記板材の板厚(t)及び接合材の水平片の厚さ(g)との合計よりも0.05~0.4mm短い、ことを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載のアルミニウム又はアルミニウム合金板材の接合方法。

フロントページの続き

(72)発明者 堀 久司  
静岡県庵原郡蒲原町蒲原一丁目34番1号  
日本軽金属株式会社グループ技術センター  
内

(72)発明者 牧田 慎也  
静岡県庵原郡蒲原町蒲原一丁目34番1号  
日本軽金属株式会社グループ技術センター  
内

Fターム(参考) 4E067 AA05 AB03 AD02 BG01 BG02  
CA01 CA02 CA04 DC04 DC07